

AÑO VIII | BUENOS AIRES, JUNIO 15 DE 1902 | Nº 150

Precio de este número, $ 0.80 m/n

SUMARIO

CANAL DE NAVEGACIÓN

DE CORDOBA AL RIO PARANÀ

Y

Futura navegación interior en la República Argentina

(CONTINUACIÓN). — Véase núm. 149.

ALIMENTACIÓN DE RIOS Y CANALES

El Dr. Doering dice, en su informe antes citado:

«El fenómeno de la desaparición de los ríos y arroyos, despues de su salida á la llanura, á causa de la infiltración subterránea, es característico para casi todas las corrientes menores á lo largo del sistema sub-andino, desde nuestras latitudes hasta el extremo de la Patagonia; y con propiedad podría decirse que esta clase de ríos son una invención sud-americana, debida á la gran vejez geológica de este continente.

. . . .

«Desde la época cretácea superior existen en nuestro continente, en las regiones circunvecinas de las sierras andinas y centrales, casi exclusivamente, estratos fluviales y porosos, cuya presencia explica fácilmente la desaparición de nuestros ríos y arroyos occidentales antes de su llegada á los terrenos de la pampa oriental, dotada de una capa más densa y arcillosa.»

Extensas zonas de terrenos arenosos permeables, como los de la parte Oeste de la Provincia de Buenos Aires, y la formación de los arcillosos más próximos á los ríos de la Plata y Paraná, conjuntamente con la infiltración de las aguas al descender á la llanura, explican el escaso número de corrientes de aguas superficiales contínuas desde los Andes ó Sierras de Córdoba á los talwegs de nuestros grandes ríos, las inmensas áreas de tierras sin cursos de agua, la formación de cortos cursos

en la zona oriental y las abundantes napas subterráneas artesianas ó semisurgentes, cuya gran extensión se vá conociendo cada día.

Para el objeto principal de este rápido estudio, que es el de indicar las condiciones generales del establecimiento de la navegación interior en la República, se desprende de lo dicho y del exámen de las cartas geográficas, los siguientes hechos: que hay extensísimas zonas de terrenos — como la de las provincias de Jujuy. Salta, Tucumán y Santiago del Estero, entre los ríos Paraná, Bermejo y Salado, como de 250.000 kilometros cuadrados; y la del Oeste de la Provincia de Buenos Aires, Sud de las de Córdoba y San Luis y la mayor parte del territorio de la Pampa, de unos 350.000 kilometros cuadrados. — tan completamente desprovistas de agua susceptible de ser utilizada para la navegación que sería inútil soñar en ello; que la utilización, con los medios actuales de transporte por agua, de los ríos que nacen en las serranías y desaguan en nuestros grandes ríos ó en el Océano, haciéndolos navegables ó empleando sus aguas para la formación de canales, y llevando la navegación á los confines del país, sería poner á todas las provincias y territorios en condiciones de aumentar sus producciones, explotar sus minerales, desarrollar nuevas industrias, formar sus riquezas, y establecer definitivamente su autonomía y vida propia.

Otro hecho general que se desprende es que solo excepcionalmente pueden, por canales transversales, unirse las cuencas de diferentes cursos de agua principales, como se realiza en toda la Europa, Estados Unidos, Canadá, y podría quizá realizarse en las provincias de Corrientes y Entre Ríos, y en la República Oriental donde los cursos de agua son abundantes, y las divisorias de las aguas de poca altura relativa.

Como nuestros cursos de agua de gran caudal, son pocos y, por la misma razón, su navegación ó la de la posibilidad de derivar de ellos canales al mismo objeto es de trascendental importancia para el futuro, voy á hacer, con la brevedad posible, algunas consideraciones respecto de las condiciones de cada uno de ellos, en vista de los antecedentes más conocidos hasta ahora á su respecto.

Comenzando por el extremo Norte de la República, deberia considerar los dos ríos más caudalosos que surcan el territorio argentino despues del Uruguay, el Paraná y el río Negro; me refiero á los ríos Pilcomayo y Bermejo.

Pero el primero de ellos es demasiado desconocido aún y sería temerario dar una opinión sobre las mayores ó menores probabilidades de su navegación con solo los datos reunidos, en su mayor parte provenientes de los diarios de viaje del Padre Patiño, del teniente Van Nivel ó de Fontana, los que si bien hacen fé de la facilidad de navegar el curso inferior y el superior de este río y han puesto de manifiesto los inconvenientes que se presentan á tal fin en los inmensos esteros de su curso medio, por una ú otra causa han debido interrumpir sus exploraciones sin poder completar sus observaciones.

Por lo demás, y dado que la navegación del Pilcomayo fuese realmente factible, razones de diversa índole aconsejarían, sin embargo, dar la preferencia al río Bermejo, por cuyo motivo aquella sería siempre bastante remota, circunstancia que, agregada al hecho de ser este trabajo bastante extenso por las exigencias de la materia de que trata, me induce á abstenerme de ocuparme aquí de ese importante curso de agua, que será talvez algún día una gran arteria de la navegación sud-americana.

Río Bermejo

Muchas expediciones por tierra se hicieron durante el siglo XVIII desde Salta á travez del Chaco, y el Gobierno de aquella provincia se mostró siempre interesado en abrir una comunicación directa al río Paraguay.

El coronel D. Francisco Gabino Arias, salteño, queriendo reconocer personalmente, por agua, el río Bermejo, hizo construir un barco y dos canoas en la confluencia del río Ledesma con el río Grande de Jujuy (como 100 kilometros aguas arriba de la Junta de este con el río Bermejo) de donde salió el 8 de febrero de 1781, llegando a la ciudad de Corrientes el 22 de marzo siguiente, después de constatar «que el río era navegable de embarcaciones de mediano buque.» y «que este río no desemboca en el Paraná como erradamente lo figuran los mapas antiguos; y, si, en el río Paraguay.»

Con motivo de esta expedición, se solicitó la cooperación del virrey del Rio de la Plata para que prestara su aprobación al establecimiento de la navegación del Bermejo.

Como el viaje del Coronel Arias se había realizado en la época de las crecientes del río, el coronel D. Adrian Fernandez Cornejo, también de Salta, se propuso á su vez, realizarlo en la época de poca agua.

Al efecto, hizo construir una chata en la confluencia del Zenta con el río Bermejo, y acompañado de 30 hombres se hizo á la vela el 27 de junio de 1790. En el trayecto visitó los fuertes establecidos sobre las márgenes del río, llegando á la desembocadura el 20 de agosto del mismo año.

Treinta y seis años después de la expedición de Cornejo, en una época que se presentaba propicia para iniciativas de esta clase, en 1824, D. Pablo Soria formó en Buenos Aires una sociedad con treinta mil pesos de capital, cuyo objeto era explotar comercialmente la navegación del río Bermejo, y, después de emplear dos años en los preparativos de su expedición, salia de las Juntas del Zenta, con el Ber-

mejo, en las inmediaciones de Oran, el día 15 de junio de 1826, en una embarcación de 22 pulgadas de calado, cargada de cueros, llegando al río Paraguay el 22 de agosto.

Desgraciadamente, Soria fué inmediatamente reducido á prision por el Dr. Francia, autócrata del Paraguay, y habiendo perdido su diario de navegación, al fin de los 5 años de su cautiverio, solo pudo referir como resultado de su exploración que, en su opinión, en la mayor bajante del río Bermejo, no habia paso alguno de menor profundidad de 22 pulgadas, y confirmar la existencia del salto de Isó que ya Azara había mencionado.

En 1832 el coronel D. José de Arenales, publicó las por más de un concepto interesantes «*Noticias sobre el gran País del Chaco y Río Bermejo*» conteniendo los diarios de navegación de los coroneles Arias y Cornejo, y referencias de la exploración de Soria.

En esta obra he hallado datos muy interesantes referentes á la navegación del río Bermejo en los últimos años del siglo XVIII y principios del XIX los que el mismo coronel Arenales resume en estos términos en la página 268:

«Resulta, pues, de este exámen, que en todos tiempos ó estaciones se puede sostener un tráfico corriente sobre el río Bermejo con buques planos, cuya construcción con concepto á la mínima profundidad actual de *25 pulgadas* (0,60 metros) *en los malos pasos*, puede adaptarse hasta el porte de 80 y 100 toneladas.

«Como la madera es abundnte y aparente para todos estos objetos, no ménos que otros vários artículos, y como estos buques en todo caso no requieren más que 3 ó 4 marineros para su gobierno; ellos pueden multiplicarse fácilmente á medida que lo exijan la importancia y la concurrencia del comercio.»....

Y siguiendo en este orden de ideas, Arenales se extiende largamente y con un notable buen criterio y conocimiento respecto á las ventajas comerciales que esta ruta traeria para las provincias de Salta y Jujuy, y para Bolivia, algunos de cuyos raciocinios son hoy tan aplicables á la cuestión de trasportes en esas regiones como lo eran entonces. Que el lector que se interese en el progreso de su país, en sus relaciones con los países vecinos del Norte tolere, pues, la mayor extensión que ha de tener el presente artículo, al incluirse en él algunas oportunas trascripciones. Sigue así el coronel Arenales:

«Antiguamente las carretas soportaban una carga de 180 arrobas de peso; pero, poco á poco, se las ha degradado, y hoy solo admiten 150. De este modo una tropa por ejemplo de 43 carretas admite hoy una carga equivalente en peso á 80 5/8 toneladas (la tonelada de 20 quintales ó 2000 libras).....

«El flete de cada carreta desde Buenos Aires á Salta importa 260 duros (época de 1825 como término medio). En consecuencia, el costo del trasporte, por razón del flete, de 43 carretas entre los dichos extremos, sube á 11.180 duros; ó bien 138 pesos, 5 reales y 3 décimos.

«Los fletes por agua en las carreras de Buenos Aires, Santa Fé y Corrientes, no se arreglan al número de toneladas que puede ocupar un cargamento: la costumbre más admitida es fletar por bultos, y los precios son tan variables como las diferentes circunstancias que influyen en ellos. Se sabe, sin embargo, que antiguamente de Buenos Aires á la Asumpción, (como 40 leguas más arriba de la boca del Bermejo) se fletaba al respecto de 2 á 3 reales por arroba: no hay duda que la concurrencia es hoy mucho más expedita y numerosa que entónces y de consiguiente este precio debe cuando ménos reportarse en 2 reales. Mucho menor debe serlo desde la boca del Bermejo hasta las Juntas de Salta; fijémonos en el de 4 reales por todo. En este caso, la carga de las dichas 43 carretas sería trasportada de Buenos Aires á las Juntas por 3225 duros; esto es 40 pesos por tonelada.

«De que resultan las siguientes diferencias á favor de la segunda operación de total á total $ 7955; de tonelada á tonelada $ 98, 5 rs., 3 d.

. . . .

«Hay todavía más que observar. Las provincias orientales al meridiano de Potosí, en la República de Bolivia, son incomparablemente más ricas y privilegiadas por la naturaleza en todos los objetos de producción natural (con toda exepción de los minerales) que las del lado opuesto; y aún mucho más que las provincias argentinas. Los infinitos ramos de industria y comercio que aquellas pueden producir, no pueden ponerse en actividad, sino fomentandole una salida fácil y pronta: esto no solamente se debe hacer por un cálculo general de economía bien entendida, sino para evitar la desventajosa alternativa de entretener el comercio extranjero únicamente con especies metálicas. Las vías de exportación por agua de que puede valerse la república (de Bolivia) para estos objetos, son: 1° El puerto de la Mar para el Pacífico; 2° Los grandes confluentes del río de la Madera (Bení, Chaparé, Mamoré y de la Concepción) al Atlántico, por el Marañon; 3° Los confluentes del Paraguay (Jaurú, Pilcomayo y Bermejo) al mismo mar, por el río de la Plata. Aun cuando todas las dichas provincias orientales al Meridiano de Potosí contasen con caminos carreteros para concurrir con sus efectos, que desde luego no serían más que primeras materias, al puerto de La Mar, hay bastante fundamento para creer que no encontrarían exportadores para Europa, que es donde más se llevan esos artículos. Los cueros, las lanas, algodón, café, cacao, etc, etc., después de los costos terrestres en Bolivia y de dar la vuelta al cabo de Hornos en un largo viaje, no podrían competir en los mercados de Europa ó América con otras de su clase de las regiones del Atlántico.

«Como entre los canales interiores aquí mencionados, ninguno se halla en una situación tan fácil y aparente para franquearse á ménos costo como el Bermejo; es excusado compararlo con los otros, cuya habilitación es más remota, y solo será el efecto de las nuevas necesidades que un pujante grado de prosperidad nacional revele al gobierno y á las clases industriosas. El Bermejo vendría a ser entónces la vía más corta y natural para la exportación de los cuantiosos cargamentos que pueden despedir Santa Cruz, Cochabamba y Charcas, concurriendo por Tarija al embarcadero más inmediato que sea más conveniente escojer.»

El coronel Arenales calculaba que la menor profundidad del río en sus máximas bajantes era de 0.60 ms., y que con embarcaciones playas de 80 á 100 toneladas de porte, el flete por agua, desde Oran á Buenos Aires, podría hacerse por el precio de 40 pesos fuertes por tonelada, contra el de 138 pesos fuertes que costaba por carretas desde Salta á Buenos Aires; es decir que, la conducción por carretas costaba en 1825 como 3 1/2 veces más de

lo que costarian los trasportes por agua, aún exagerando los fletes que se pagaban en los ríos Paraná y Paraguay.

Actualmente, el flete desde Puerto Bermejo á Buenos Aires, aguas abajo (1.400 kilometros) es alrededor de 11 pesos m/n., por tonelada, y calculando igual costo de puerto Bermejo á Oran, el total entre este punto y Buenos Aires puede estimarse en 22 pesos m/n., por tonelada.

Desde Buenos Aires, á puerto Bermejo, *aguas arriba*, el flete por tonelada es solo de 6 pesos m/n., y si se hubiera de adoptar el mismo desde allí á Oran el flete total hasta este punto resultaría de 12 pesos por tonelada.

Los fletes por vía férrea desde Jujuy á Buenos Aires (distancia de 1.507 kilometros) cuestan la tonelada: de azúcar 32,70 pesos; de minerales en bruto 33,70 pesos, de suelas 54,72 pesos, de cueros vacunos secos, lana, etc., 77,73 pesos; mientras que de Buenos Aires á Jujuy los fletes varian por tonelada de artículos de almacen, de 77,73 pesos al de 79,73 pesos por artículos de quincallería, roperia, tienda, zapatería, etc.

Es decir que los artículos de exportación pagan desde Jujuy un flete por ferrocarril de 50 á 300 por ciento mayor del calculado por agua desde Orán á Buenos Aires, y, para la importación, un 600 por ciento más del calculado de Buenos Aires á Orán.

Sin duda se observará la contradicción de que los fletes sean, aguas abajo, menores que remontando las aguas; pero esto debe de tener la esplicación de que en el segundo caso la mercadería es quizá escasa y las líneas de vapores en competencia reducen sus precios, mientras que, para bajar el río, la mercadería es más abundante y la competencia de las compañías desaparece.

La comparación entre los fletes por tierra y por agua hecha en 1833, subsiste, pues, para 1902.

Las iniciativas argentinas relacionadas con la navegación del Bermejo sufrieron un largo eclipse despues de 1833, mientras en Bolivia siguieron preocupándose sin cesar de encontrar la solución de este problema, apremiados por la necesidad de dar una salida á sus valiosas producciones materiales; y en ese intervalo, como antes y despues de él, se han producido alli documentos y hechos que demuestran el interés vital que tiene para esa nación el establecimiento de una vía de comunicación ménos difícil y onerosa que las que tenia hasta entónces y que las que tiene hasta la actualidad.

En efecto, en 1833, el Congreso de Bolivia hizo concesiones muy valiosas á un Sr. Oliden, con el compromiso, por parte de este concesionario, de formar un puerto sobre el río Otuquis y establecer la navegacion hasta el río Paraguay.

En 1845, el gobierno del general Ballivian autorizó el contrato que celebró el cónsul general de Bolivia en Europa, D. Vicente Pasos, con una compañía belga fundada en Bruselas bajo los auspicios del rey Leopoldo, para llevar la navegación por el Amazonas hasta alguno de los confluentes del Madera.

Bolivia concedía extensas tierras, subsidios en dinero, exención de derechos, privilegio exclusivo de la navegación por quince años, autorización para percibir peajes en todos los caminos y canales de la Compañía y llegaba hasta firmar contratos en que se estipulaba (Art. 18): «Desde el momento que introduzca la Compañía los colonos en Bolivia el gobierno no podrá hacer *ninguna concesión de las tierras desocupadas de la República*. Estas tierras serán reservadas para ser vendidas ó explotadas por la Compañía».

No habiendo, apesar de tanta liberalidad, cumplido su contrato la Compañía, el gobierno de Bolivia suscribió más tarde otro, también liberalísimo, con el coronel Church, el que tampoco fué cumplido, como así mismo no lo fué la concesión otorgada después á favor de la Empresa Bravo.

Después de Caseros resurgieron las iniciativas argentínas para habilitar la navegación del Bermejo, efectuándose varias con más ó ménos acierto y fortuna, según las épocas del año en que se emprendían los viajes.

En 1854, el coronel D. Evaristo Uriburu hizo construir en el Zenta un vaporcito que puso á disposición del capitán D. N. Lavarello, el que cargado con suelas, lana y muestras de minerales bajó hasta la ciudad del Paraná.

En 1855, el ciudadano norte-americano Ceyney Hickman, formó en Salta una sociedad que mandó construir una chata de 120 toneladas de porte (el «Mataco»), la cual, cargada de cedro, calando 0,40 metros, salió del Zenta el 22 de marzo y llegó á Corrientes en mayo 22 del mismo año.

El Sr. Hickman, que se había embarcado emfermo, murió á los pocos días de emprendido el viaje.

En los años subsiguientes se hicieron por algunas personas, en su mayoría vecinos de Salta, nuevas expediciones de navegación en el rio Bermejo.

Las expediciones hechas por el esfuerzo del comercio y ciudadanos salteños para conocer las condiciones de la navegación del río Bermejo, desde el siglo XVIII y la publicación de la obra del coronel Arenales, no debian caer en el olvido y así vemos que, en seguida de la caída de Rosas, y de declarada abierta la navegación de los ríos Paraná y Uruguay á todas las banderas del mundo, á otros vecinos de Salta mandar construir un pequeño vapor para un nuevo reconocimiento, y á algunos particulares también emprender viajes de exploración.

La oficialidad del vapor Waterwitch, que había sido mandada por el Gobierno de los

Estados Unidos á levantar cartas marinas del río de la Plata, Paraná y Uruguay, exploraron con el vapor Alpha, en 1855 y, más tarde, en 1859, el río Bermejo, hasta unos 100 kilometros antes de llegar á Orán.

Por su parte, el Congreso Argentino, dando á esta ruta toda la importancia que tenía y la que debía adquirir, se adelantó á fomentar esa navegación sancionando la ley liberal de 29 de setiembre de 1859 y autorizando las « bases para la navegación del Bermejo » que en 27 del mismo mes le habían sido sometidas por el Poder Ejecutivo.

La ley autorizaba á conceder á empresas de navegación que se establecieran en el Bermejo una subvención de mil pesos fuertes por cada viaje á vapor entre Corrientes y Orán ó de ochocientos pesos fuertes por cada viaje entre Corrientes y la Esquina Grande; otra subvención de cuatrocientos pesos fuertes por cada viaje entre los puertos de Corrientes y Rosario y á donar en propiedad una extensión de 20 leguas cuadradas á la empresa que hiciese efectiva tal navegación.

Se establecía, por el artículo 6°, que las mercaderías importadas en dichos vapores y en los buques remolcados por ellos para el consumo de las Provincias de la Confederación y las que se exportasen en ellos, solo pagarían la mitad de los derechos establecidos en las demás Aduanas Nacionales, conforme á la ley de 29 de agosto de 1855, ó á la que se dictare en lo sucesivo por el Congreso.

Y por el art. 7° « Serán así mismo *libres de todo derecho de tránsito las mercaderias importadas por la República de Bolivia* y las que de ella se exportasen por la vía del rio Bermejo, conforme á las disposiciones á que se refiere el artículo anterior. »

El primer contrato que se hizo en cumplimiento de esta ley, se formalizó con el señor Estevan Rams y Rubert (concesionario de la navegación del río Salado), en 5 de diciembre de 1859.

Con fecha 11 de octubre de 1862, el H. Congreso dió una nueva ley autorizando al P. E., á celebrar un contrato para la navegación del río Bermejo, con el Sr. Lavarello, en las mismas condiciones de la ley de diciembre de 1859, aumentando la subvención fijada en esta.

El P. E., observó el artículo 4° del proyecto de ley (6° de la de 1859) dejando subsistente el 5° (7° de la anterior) que declara libres de derecho de tránsito á las mercaderías importadas de la República de Bolivia, — expresando en su mensage, que llevaba al pié las firmas de Mitre y de Rawson, que « queria salvar los principios constitucionales que creia afectados por esa sanción »: que por el art. 12 de la Constitución Nacional se prohibe de la manera más expresa y terminante « *que en ningún caso pueda concederse preferencia á un puerto respecto de otro, por medio de leyes ó reglamentos de comercio* » concluyendo por indicar otros medios « para que la empresa pueda llevarse á cabo, en lo que pondrá todo su empeño el Gobierno, *pues comprende toda su importancia, y será una gloria para la República y una bendición para las Provincias del Norte, el que la navegación del Bermejo sea un hecho en el más corto término posible.* »

En consecuencia de esta observación, en el contrato con el Sr. Lavarello, firmado con fecha 27 de octubre, se aumentó la subvención á *cuatro mil pesos fuertes por viage*, y manteniéndose la exención de derechos « á los efectos conducidos para el consumo de la República de Bolivia así como á los productos que se exporten por la indicada vía. »

El Sr. Lavarello emprendió la navegación del Bermejo, sin más resultados prácticos que un plano indicativo de las numerosas vueltas del río y dejar á pique el vapor « *Explorador* » que le había servido para su expedición.

A su vez, el gobierno del General Sarmiento firmó, el 21 de setiembre de 1869, el contrato con los Sres. Roldan y Matti por el cual éstos se comprometían á verificar la navegación del río Bermejo hasta el punto de la « Esquina Grande », explorando el canal del río hasta Oran ó Lavallen; á introducir la navegación, á vapor, con barcos de 50 toneladas de porte por lo ménos, y á efectuar doce viajes redondos en el término de los cuatro años que debía durar la concesión. El gobierno, por su parte, donaba á los concesionarios una superficie de « cincuenta leguas cuadradas de tierras en propiedad, siempre que hubieran cumplido las condiciones estipuladas, y, á más, hubiesen hecho doce viages redondos », y una subvención de dos mil pesos fuertes por cada viage.

Este contrato fué autorizado por ley del Honorable Senado, de fecha 30 del mismo mes y año, formándose, en 1870, la « Compañía de navegación del Bermejo ».

« La Compañía del río Bermejo, presidida por el malogrado ciudadano D. Francisco G. Molina, organizó el viaje de exploración el año 1871 con el vapor « Sol Argentino », que zarpó de Buenos Aires el 26 de febrero á las órdenes de! capitán D. Thomas J. Page y del representante de la Compañía D. Natalio Roldan.

« El vapor tenia 101 piés de largo de la roda al codaste, 7 de puntal, 12 de manga, 5 DE CALADO; su porte no bajaba *de 100 toneladas.*

« Entramos al río Bermejo el 12 de marzo, y dejamos de navegar el 18 de abril, porque una gran parte del agua se había derramado por el cauce llamado Teuco.

« El « Sol Argentino » tuvo que permanecer meses enteros en medio del desierto, hasta que los grandes trabajos de canalización en el alto Bermejo, emprendidos por la Compañía, bajo la dirección del representante de ella D. Natalio Roldan, volvieron á este río sus aguas perdidas y permitieron al vapor seguir viage hasta « Esquina Grande » de donde regresó á Buenos Aires, en febrero de 1872. (Araoz « Navegación del río Bermejo » Pág. 50).»

Pero este gran esfuerzo de trabajo resultó, en definitiva, inútil.

Según manifestó el Ingeniero Sr. Juan Pelleschi en una conferencia dada en la Sociedad Científica Argentina. en 1878, el Teuco conducía las $^{3}/_{4}$ partes del agua que venía del alto Bermejo. y el Bermejo médio solo conducía $^{1}/_{4}$ parte de ella, é indicó la conveniencia de cerrar la boca antigua del Bermejo para concentrar las aguas en el Teuco. como veremos más adelante. D. Guillermo Araoz, que escribía en 1884, á su vez, dice:

« Habrá que hacer caso omiso de la sección del Bermejo comprendido entre el Desemboque, más arriba de "Esquina Grande", y la desembocadura del Cangayé porque *la navegación deberá efectuarse siempre por el bajo Bermejo y por el Teuco únicamente, pues, la acción de las aguas ha formado un canal suficientemente hondo siendo yá imposible esperar un nuevo cambio*, etc.»

El 17 de mayo de 1872 se verificó una segunda expedición bajo la dirección del señor Natalio Roldan, la que penetró con el vapor « Gobernador Leguizamon » en las aguas del rio Bermejo.

A pesar de que, como lo dice el Dr. Castro Boedo — que iba en la expedición — en sus « Estudios sobre la navegación del Bermejo. » el Teuco traía mucha más agua que el antiguo Bermejo. el vapor siguió por este.

El 3 de junio, la fuerza de la corriente hizo romper un cable con que el vapor estaba amarrado á un sauce; el vapor, arrastrado aguas abajo, chocó contra la barranca. tronchándose completamente la hélice de la derecha.

A pesar de este contratiempo el vapor remontó hasta 20 leguas antes de llegar á Oran, regresando á Buenos Aires yá en 1873.

Entretanto. el H. Congreso había sancionado la ley de 30 de setiembre de 1872. prorogando á doce años el término de la concesión. aumentándo á cuatro mil pesos fuertes la subvención, y acordando una nueva subvención de quiniento mil pesos fuertes en fondos públicos « una vez que dicha navegación se halle establecida y arreglada definitivamente, sin obstáculo alguno. »

Esta ley era contraproducente, en mi opinión, por ser ella de fácil explotación para concesionarios poco escrupulosos, pero de ruina casi segura para hombres honrados y patriotas, de poca fortuna y poco experimentados en empresas de esta naturaleza, como lo eran los directeres de la Compañía, Sres. Francisco G. Molina. Sebastian Casares, Juan Videla, Claudio Benitez. Agustin Casá, Francisco R. Sosa y Natalio Roldan.

Los inconvenientes por vencer eran, en efecto. demasiado grandes para este grupo de ciudadanos cuyos medios no estaban en consonancia con su buena voluntad y patriotismo.

Pero no puede uno extrañar la esterilidad de su fracaso cuando recuerda que en los mismos momentos en que el Dr. Castro Boedo hacía público el hecho de que « el coronel Cornejo, apesar del poquísimo calado de su *chata*, había tenido que descargarla para pasar el salto de Isó », la expedición de la nueva compañía se ponía en viaje, en el mismo mes en que habia ocurrido aquello á Cornejo, con un vapor de cinco piés de calado y de hélice, es decir. en las peores condiciones dadas las del río cuya navegación se iba á intentar. con un cauce lleno de troncos de árboles, para el cual debieron pensar que lo más práctico serían vapores á ruedas laterales. los más generales entónces, ó de ruedas á popa como los usaban los norte-americanos en sus Shallow-rivers!

No era posible, por otra parte, que con los medios á su alcance, la compañía pudiese efectuar trabajos de alguna importancia. con algún resultado positivo. y entónces. ménos que en el presente. podía ser un incentivo á los capitales los 500.000 pesos fuertes votados, pues los ricos. lo mismo que hoy « no daban dinero ni para obras de patriotismo, ni para la humanidad doliente » según la reciente expresión de un representante del pueblo, siendo la suma votada considerada más como un premio de lotería que como un subsidio seguro que pudiera compensar esfuerzos hechos.

El directorio de la compañia publicó, en 6 de febrero del 1873, la « Memoria anual » presentada á sus accionistas en asamblea; y en ella se decía que agotados todos los recursos de la Compañía por la inversión de su capital y una fuerte suma excedente desembolsada por el Presidente de la Empresa, la comisión no había trepidado un momento en continuar haciendo frente á las exigencias imperiosas que la prosecución de la obra demandaba, proveyendo de su peculio particular las sumas que fueron necesarias al efecto.

A pesar de tan apurada situación financiera la Compañía compró aún tres nuevos vapores de carga, de un calado de 3 1/2 á 3 3/4 pies (1,05 á 1,125 m.) y tres lanchas á vapor de menor calado, con los cuales siguió efectuando viajes en el río Bermejo.

El 1º de julio de 1878, el ingeniero Sr. Juan Pelleschi, que inspeccionó, por orden del Gobierno. las obras ejecutadas por la Compañía y constató el estado de la navegación de ese río, dió la conferencia en la Sociedad Científica, á que antes me he referido.

Del extracto de esta conferencia, publicado en los Anales de esa sociedad, tomo los datos siguientes:

« El río, á las 15 leguas aguas abajo de las « Juntas de San Francisco », por tierra, se subdivide en dos brazos; el brazo oriental se llama « El Teuco »; el Occidental sigue con el nombre de « El Bermejo. » « Cuando lo navegó el exponente el Teuco llevaba 4/5 partes del caudal, y lo demás el Bermejo. Los dos brazos se vuelven á juntar después de unas 200 leguas por agua, y desemboca por un solo cauce en el río Paraguay.

« El trecho inferior está, en general, profundamente encajonado, con barrancas, la mayor parte en terreno de formación anterior á la del Río, al que el conferenciante llama de emersión y parte en terreno de los aluviones propios.

«En este trayecto hay parages en que aparecen trechos de canales artificiales.

«El fondo del cauce del río se encuentra cruzado actualmente por *unas 8 vetas de terreno gredoso magnesiaco* de difícil corrosión, que detienen las aguas y dan lugar á rápidos y arrecifes. Por otra parte la diferencia de nivel en ciertos parages dá lugar á que el agua se acorta hasta no poder canalizar.

«Para la navegación, el exponente *piensa que ante todo se debe procurar el encauzamiento, en un solo lecho*, de las aguas que ahora corren por los dos brazos.

Con eso opina que se aseguraría la navegación par unos 7 á 8 meses del año á buques de 3 $^1/_2$ piés de calado en los dos trechos inferior y central, y á buques de 2 piés en el último trecho, que es largo ménos de la tercera parte del total.

«Se podrían emplear durante el tiempo de las grandes crecientes buques de mayor calado aún; pero no hay seguridad de que continuen muchas semanas en un mismo nivel. En esa época los buques de 3 y $^1/_2$ piés podrían subir aún el trecho superior, es decir hasta las «Juntas de San Francisco.

«En apoyo de su opinión sobre tal navegabilidad citó el hecho de que á la ida, en julio, con 80 metros cúbicos subió el trecho inferior sin tropiezos, excepto unas pocas horas de maniobras en tres ó cuatro puntos.

«Piensa á más que las obras prometen mejores resultados haciéndolas en favor del brazo occidental ó Teuco, *el cual, de consiguiente, se ha de explorar cuidadosamente.*

«En este punto el exponente se pregunta ¿si la navegación del río ha de servir á tales intereses comerciales, de modo de poder cubrir, con el tráfico, los gastos por conducción de los vapores y, por la mantención del río?

«Y contesta observando que la navegación del Bermejo sirve á los intereses del comercio del Sud y del Este de Bolivia, esto es: de Tupiza, Tarija, Santiago de Cotagaita, Potosí, Sucre y Santa Cruz.

«Respecto de esta última, observa que aún cuando pueda parecer, *á priori*, no interesada, el hecho de haber producido su comercio manifestaciones en las que pide camínos para aprovechar la vía del Bermejo, prueba que también habría ella de serle útil. Y se comprende que así sea si se piensa que de otro modo se tiene que hacer *900 leguas* de navegación en botes y buques por el Mamoré (el que parece tener numerosos saltos) y el Amazonas, para llegar al Atlántico bajo la línea ecuatorial.

«El ingeniero Pelleschi entra luego en consideraciones respecto del costo de trasporte desde Sucre, Potosí, Tarija y Tupiza á Buenos Aires, comparado con su costo al puerto de Cobija, en el Pacífico, deduciendo grandes economías en tiempo y dinero para la primera ruta; luego compara los gastos de fletes por la vía de Tucuman y la del rio Bermejo llegando á un resultado muy favorable para la última vía.

«Hace notar que los gastos de conducción por el rio Bermejo los ha más bien exagerado por prudencia, y que ha supuesto buques de *80 toneladas* en los dos primeros trechos y de unas *30 toneladas* en el ultimo.

. . . .

«Ante tales posibles facilidades ¿como no se ha de esperar que el comercio de Bolivia no venga al Bermejo? No habría tampoco más la dificultad de los trasbordos, y la entréga de la mercadería en Oran se haría relativamente á poca distancia de las plazas comerciales, comparado con la de Cobija, sucursal de Valparaiso, y el mar sería el Atlántico en vez del Pacífico!

. . . .

«En fin, no habría como avaluar todos los beneficios materiales, sociales y políticos que alcanzaria la Nación y los que alcanzaría la civilización sacando del aislamiento rejiones prodigiosamente feraces, abriendo en su seno una artería de comercio internacional, y quitando inmensos paises á la desidia de los salvajes.»

Probablemente á causa de las indicaciones hechas por el Sr. Pelleschi en esta conferencia, la Compañía resolvió que el vapor «Leguizamón» efectuara el primer viage por el Teuco, el que fué realizado por el capitán Don Antonio Reyes á fines de 1878 y principios de 1879.

En la obra del Sr. Guillermo Araoz, encuentro varias indicaciones respecto de las alturas de las barrancas, de la distancia que média entre ellas, y de la anchura y profundidad que tiene el río en varios puntos.

Voy á ordenar, en lo posible, esta relación para deducir la manera como el río viene abriendo su cauce, su estado actual y las obras que en él deben efectuarse para asegurar una profundidad mínima para la navegación con muy poco costo relativo.

En resumen, el Sr. Araoz dice:

Respecto de las barrancas:

«Desde las «Juntas del San Francisco y Bermejo» las barrancas están separadas por un espacio que no mide menos de 1,500 km; aunque en muchas partes desaparecen completamente, no obstante la márgen derecha presenta trechos con 9 y 10 metros (de altura), á la par que en la izquierda apenas si vemos una sección muy reducida, frente al «Campo del Cuervo», con barrancas de 8 á 9 metros.

Desde el «Campo del Cuervo», las barrancas son bajas de 3 ó cuatro metros, subiendo á 6 metros aguas abajo, frente á la «Esquina Grande»; vuelven á ser bajas hasta la boca inferior del Teuco y Bermejo, que tienen como 4 metros, alcanzando alturas de más de 14 metros antes de llegar al «Boquerón», bajando primeramente con alternativas hasta «Victoria» con 8 metros y finalmente al río Paraguay con 4 metros.»

Respecto á la anchura y profundidad del agua:

«Desde las «Juntas del San Francisco» hasta cerca de las bocas del Bermejo y Teuco, el río tiene hasta un kilometro de ancho y no tiene canal continuada que dé un metro de profundidad (en rio bajo),

Durante los meses de menor cantidad de agua, nunca tiene el Teuco ménos *de 2 metros de sonda*, su anchura general en este trayecto es estrecha á punto *que en parte solo tiene 50 metros á lo sumo.* Hay curvas, en la parte baja, en que el ensanche llega á 80 metros y entónces la hondura no pasa de 8 cuartas (1,70 metros). Aguas abajo, se encuentra el llamado «Salto Grande», nombre impropio porque, aún en los meses de octubre y noviembre, las aguas se deslizan sin formar caidas. *Es la misma restinga de greda* anterior que se prolonga hácia el N. O., para encontrar nuevamente al río en una de sus vueltas. *Es otra corredera* con canal al centro y *con 1,70 metros de profundidad.* No ofrece peligro alguno á la navegación.

Se encuentra luego el Salto de Ysó, *el más sério de los obstáculos que presenta la navegación del Bermejo.* Es propiamente una restinga de greda dura que atraviesa el río de N.O. á S.E., dejando la canal en la costa occidental con *1,30 metros de profundidad* y un ancho de 20 metros.

En llegando á la costa occidental se vuelve á virar con rumbo al S.E., y se enfila la corredera que se encuentra entónces á la derecha y que tiene una velocidad *de 12 kilometros por hora.*

El próximo mal paso es el salto del Luber. Probablemente, dice el Sr. Araoz, aquí habrían verda-

deros saltos en 1827, época en la cual exploró el Bermejo D. Pablo Soria, *quien dió aquellos nombres;* pero ahora solo existe una angostura ó estrechéz que dejan en la parte central del cauce dos prominencias de tosca.

Es *una restinga con una abertura de 20 metros de luz* y que solo ofrece peligros en las crecientes médias si no se tiene la precaución de seguir por el centro del río.

Aguas abajo viene luego la isla Ñacurutú. Esta isla se ha formado en nuestro concepto al cortarse una curva del río... El brazo occidental tiene 60 metros de una á otra barranca, con 1,80 metros de hondura média durante los meses de octubre y noviembre, en que las aguas toman su nivel mas bajo.

Desde la isla Ñacurutú hasta Victoria, hay tres promontorios ó bancos de tierra greda en medio del río, casi á flor de agua, pero nunca faltan *4 metros* de sonda en medio de la canal.

En el trayecto hasta la desembocadura, las barrancas del río están separadas de 120 metros y su elevación no excede de 2 metros sobre el nivel de las aguas, siendo su profundidad de *1,80 metros* con algunos pasos de 1,30 metros durante el mes de mayor bajante (noviembre).»

La distancia por tierra entre la confluencia del San Francisco (Rio Grande de Jujuy) y Bermejo hasta la unión de este con el río Paraguay, ha sido estimada, en el siglo XVIII y principios del XIX, entre límites muy diversos; la que indica el ingeniero Pelleschi, de 130 leguas, ó sean 675 km. en línea recta, debe aceptarse dada la situación geográfica de estos puntos.

La distancia por agua entre los mismos puntos, también ha sido apreciada muy diversamente: Cornejo, por su diario, suma la de 391 ½ leguas, ó sean 1980 km., el Dr. Castro Boedo la aprecia en 311 leguas y Pelleschi solo dice, «que en razón de que las muchísimas curvas están en proporción de una por cada cuarto de legua, la aprecio en 320 leguas ó sean 1664 kilometros.»

La primera es indudablemente muy exageda, por cuanto el Coronel Cornejo realizó su viaje en 43 días, lo que importa decir que navegó un una chata á vela en las vueltas del río á razón diaria de 46 km., perdiendo, sin embargo, muchos días en reconocimientos en tierra y en tratos con los indios.

Por otra parte, con frecuencia el diario nota distancias recorridas de 65 km., en las horas de los cortos días del invierno, lo que evidentemente es exagerado.

La distancia mencionada por el Sr. Pelleschi me parece también algo elevada.

Las minuciosas comparaciones que he hecho de la marcha de los vapores y de otras embarcaciones, en diferentes viages, me inducen á creer, en efecto, que la distancia por el rio puede estimarse en unos 1200 kilometros.

El nivel de Oran es de 385 metros sobre el del mar y, el del río Bermejo, en la confluencia del San Francisco, no puede estimarse en más de 340 metros; y como la desembocadura del Bermejo está aproximadamente á 75 metros, la diferencia de nivel entre los puntos extremos debe ser más ó ménos de unos 265 metros.

La pendiente média del terreno que ocupa el río Bermejo desde su confluencia con el San Francisco hasta el río Paraguay, resulta, pues, de 0,39 metros por kilometro, mientras, la que resulta por el rio es aproximadamente de 0.22 metros por kilometro.

Esta pendiente parece que debe dividirse en tres trechos diferentes: 1° De la confluencia del San Francisco ó Juntas al paso de los Indios, por unos 100 kilometros, el río es desplayado, de fondo de arena con algunas vetas de greda que lo cruzan y forman pasos de poca agua, y que, sin embargo, según dice el coronel Cornejo en su diario: «nunca deja de llevar tres varas de sonda (2.60 metros)». En el «Paso de los Indios», empieza el llano y «el río no tiene embarazo alguno para navegarle sinó á las 84 leguas abajo de las reducciones de la Cangayé (es decir como á 900 kilometros de las Juntas) donde hay algunos pasos estrechos, anotados con prolijidad en el diario, pero de ningún peligro; pues por mucho que se explaye el río, no le falta canal, y en ella tres varas de fondo, aunque por lo regular tiene más y, en parte, mucha profundidad.»

En el primer trecho, según refiere Soria en su viaje de 1826, «*hay 6 á 8 desplayados* y entre ellos son tres los más considerables en los que divididas las aguas en diferentes canales por pequeños bajos de arena, no hay en ellos más que 25 pulgadas de profundidad, en las máximas bajantes.»

En el tercer trecho, los peores pasos, el de Isó y Luber, son descritos así por Soria:

«*Salto de Isó.* Es un banco de greda aceitosa, de la consistencia *del jabon que lo forma.*

«Divide el río en dos brazos, el del Este lleva casi toda el agua, que estrechándose en un canal angosto, se descuelga por un plano inclinado.... El banco ó la parte de él que se descubre fuera del agua, la superaba como un pié y medio entonces.

«*Paso de Luber.* Es un canal, ó especie de gollete, formado entre greda, sobresaliente á la superficie del agua; cuando el río está bajo como lo estaba el 7 de agosto que se pasó. Es *un descenso de 40 varas* (36 metros) de largo, con fuerte corriente, *cuyos dos extremos son dos grandes profundidades.* Aguas abajo, ninguna dificultad ofrece, y, *aguas arriba, puede sin duda subirse á espia,* pero estando el río crecido esta angostura quedará en el fondo, y será imperceptible.»

En el primer trecho (75 á 80 km.), la pendiente debe ser mayor de 0,23 metros por kilometro, porque el río sale recien de las serranías; en el segundo debe ser menor de 0,22 porque recorre el terreno que los exploradores llaman el llano, y en el tercero debe ella ser mayor de los 0,22 metros porque así lo acusan los rápidos.

La comparación de los diarios de navegación y exploración de los viajes del Coronel Cornejo y del señor Soria en un intervalo de 36 años, y los de los vapores de la «Compañía de navegación del río Bermejo,» á los cien años de la primera, tienen una gran importancia para la aclaración de la manera como

el río Bermejo está trabajando para formar su cauce, en los terrenos cuaternarios formados con mucha posterioridad á la existencia, en los Andes, de los cursos de agua que lo forman.

Una vez formado el terreno cuaternario entre la confluencia del San Francisco y la desembocadura del Bermejo, este ha hecho su camino cortando vetas de greda á mayor ó menor profundidad, según la mayor ó menor pendiente local, estendiendo su desarrollo á, digamos, 1.200 kilometros, con pendiente média aproximada de 0,22 metros por kilometro.

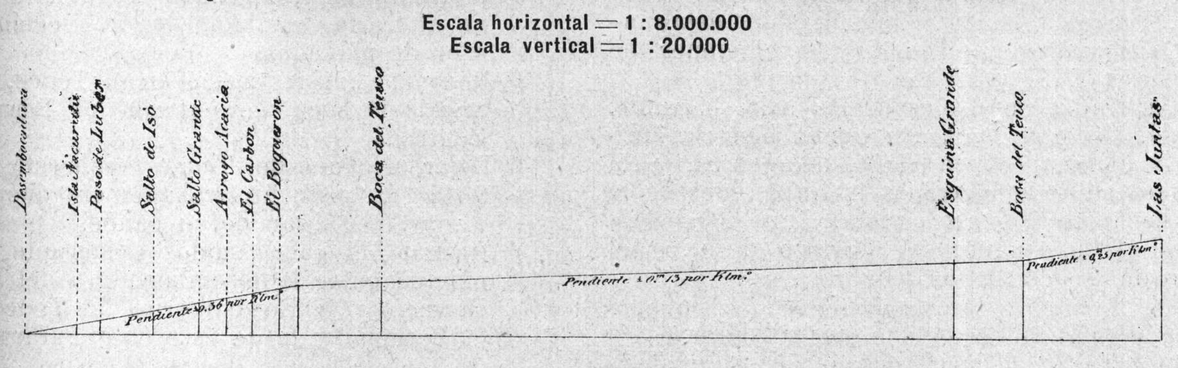
Con todos los antecedentes mencionados, tratemos de reconstituir los rasgos generales del terreno en que las aguas del Bermejo han actuado, para formular el cróquis del perfil longitudinal que se acompaña.

del Teuco y antiguo Bermejo; mientras que al ser retenidas por la mayor altura relativa del punto *C* aguas abajo de «Esquina Grande», han seguido en direcciones variables, por accidentes locales, formando «el archipiélago del Bermejo», como le llama el Sr. Guillermo Araoz; dejando los dos grandes cauces del Bermejo central y el Teuco que ahora existen.

Desde aguas abajo de la «Esquina Grande» el terreno sigue en pendiente suave hasta que empieza á levantarse en la proximidad del Boquerón; las aguas, en consecuencia, han podido, en ese trayecto de condiciones uniformes, excavar su cauce con dimensiones bastante regulares; pero luego han encontrado la relativa altura de las barrancas actuales, de 14 metros, y para cortarlas han debido desparra-

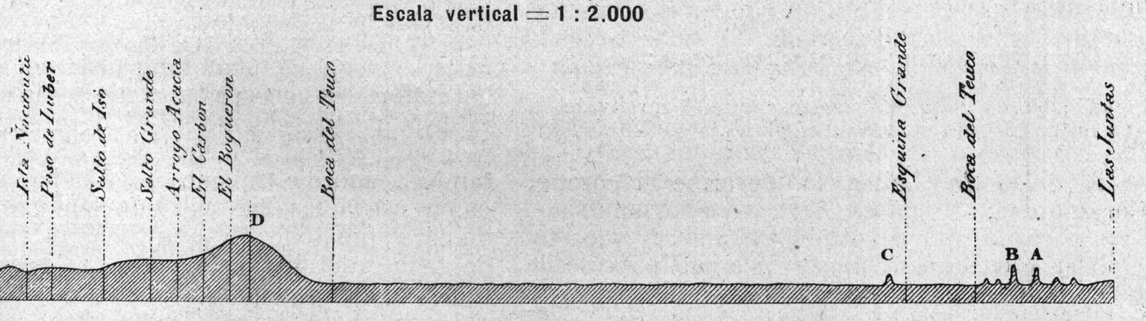
CRÓQUIS — DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LAS PENDIENTES DEL BERMEJO

Escala horizontal = 1 : 8.000.000
Escala vertical = 1 : 20.000



CRÓQUIS — ALTURA DE LAS BARRANCAS DEL BERMEJO

Escala horizontal = 1 : 8,000.000
Escala vertical = 1 : 2.000



Entre la confluencia del San Francisco y el Paso de los Indios, hay 6 ú 8 pasos de poca agua que indudablemente son restos de vetas de greda que cruzaban el cauce del río que se iba formando, dejando vestigios de dos ó tres grandes cortes ó barrancas de 10 metros de altura (*A* y *B* del cróquis) á mayor ó menor distancia del punto *O*. En el terreno comprendido entre estas alturas, las aguas, con escaso declive, han divagado y abierto cauces en diversas direcciones hasta cortar sucesivamente esas relativas alturas, llegando así á ocupar una superficie de 1000 á 1300 metros de ancho. Desde allí han bajado con alguna velocidad á un punto que, por quedar relativamente más bajo ó por ser terreno de más fácil escavación, se ha formado en él la Boca

marse aumentando el número de curvas hasta que han pasado la altura D.

Ahora bien, aceptando para la parte superior la pendiente media de 0,22 metros por kilometro, el cauce del río tendría la cota 218 metros sobre el nivel del mar en el punto C.

El río Teuco llevaba aproximadamente 45 metros cúbicos de agua, según refiere el ingeniero Sr. Pelleschi y dada la sección y profundidad tan uniforme que indica el Sr. Araoz, la pendiente que le corresponde es aproximadamente de 0,13 metros por kilometro, y en la extensión hasta el punto D habría bajado á una cota más ó ménos de 130 metros.

Desde el punto D á la desembocadura del Bermejo, corresponde entónces una pendiente media de 0,36 metros por kilometro.

Asi se explica, por datos muy generales, y considerando á grandes rasgos la cuestión, que en el Bermejo superior las aguas se esparsan y formen *un archipiélago;* que el Teuco forme un cauce regular con aguas de poca velocidad, y que en el Bermejo inferior las vueltas se hayan transformado en islas, como la de Ñacurutú; que los pasos nuevos formen cascadas como lo han sido el «Salto Grande», el de «Isó» y el de «Luber»; que estos se transformen en rápidos, que á su vez canalizados en sus lados dejen en alguna parte islotes, y que estén en formación nuevas islas, saltos, rápidos é islotes como es indudablemente el caso ocurrente con el «Boquerón.»

El Sr. Araoz, menciona que Soria dió su nombre al Salto de Isó; pero este, como él de Luber, el de Nacurutú y el Grande habían sido nombrados por Azara, por Arias y por Cornejo, é indudablemente habían sido designados apropiadamente en las expediciones de los siglos XVII y XVIII.

Las transformaciones de los saltos Grande, de Isó, Luber y Ñacurutú tienen historia antigua y contemporánea muy semejantes, y la primera se deduce con las mismas leyes de la que se opera á nuestra vista.

En 1890, el coronel Cornejo describe el Salto de Isó con estas palabras:

«A las 5 ½ leguas cae con mucha violencia (el agua) por uno como banco que se forma en el cauce, de greda colorada fuerte, y *atraviesa de una banda á otra.* Fué preciso descargar para superar este banco, creyendo fuera de tosca, y gastamos tres horas para verificarlo.»

A su vez Soria lo describe como:

«Un banco de greda aceitosa que el río divide en dos brazos, como se vé en el plano.»

El Salto de Luber lo describe el coronel Cornejo así:

«Por esta segunda canal corre medio cuarto de legua de largo, y vuelve á recojerse á otro canal de la misma naturaleza de la primera donde entra *formando una caida como de una vara de altura, por donde se descuelga*».

Soria, como anteriormente he dicho, lo describe como rápido.

La «Compañía de navegación del Bermejo» encuentra ya el paso de Ñacurutú y los saltos Luber é Isó excavados suficientemente para presentar en el peor (el de Isó) una canal de 20 metros de ancho y 1.30 de profundidad, en *estiage.*

Queda pues evidenciado que la naturaleza está trabajando lentamente para transformar el río Bermejo en un curso navegable, como lo constata todo aquel que, remontando el río Paraguay, observa que aguas abajo de la desembocadura del Bermejo en él, existe permanentemente una larga faja rojiza que no es otra cosa sinó el producto del trabajo de excavación y ensanche que vienen haciendo sin cesar las aguas de ese río.

Pero el hombre, que debe ayudar á la naturaleza, tiene hoy elementos poderosos para efectuar ese trabajo con mayor eficacia que la acción lenta de las corrientes de agua y, por consiguiente, con una rapidéz infinitamente superior.

¿Qué trabajos habría que ejecutar para obtener en el Rio Bermejo un cauce navegable con una profundidad mínima de 1,30 metros en las aguas más bajas?

1º Reconcentrar en un solo canal, por medio de estacadas parciales, las aguas que vienen desde Orán al Teuco.
2º Dragar los 6 ú 8 pasos desplayados, ó vetas de greda, con una anchura de 40 metros y la profundidad de 1,30, lo que no alteraria sensiblemente la sección de esos desplayados.
3º Reconcentrar las aguas en el Teuco, cerrando la boca de entrada al Bermejo Central.
4º Dejar el cauce del Teuco como está sal vo algún pequeño trabajo para que sus aguas no salgan de su cauce.
5º Dragar los pocos malos pasos que hoy existen entre la desembocadura del bajo Bermejo y la Boca inferior del Teuco en el Bermejo y la de éste en el Paraguay.

Los diques ó palizadas de concentración de las aguas no pueden ser de gran costo, pues, por la misma altura de las barrancas, se comprende que los pilotes que se clavasen no tendrían que ser de gran longitud; por otra parte, los materiales necesarios, como ser la madera dura de la más excelente calidad, se encuentra en toda la longitud del río y la piedra se encuentra también sobre el mismo río, á la banda izquierda, frente á las Juntas del San Francisco, de manera que todo lo que deberia transportase desde alguna distancia, sería una pequeña cantidad de fierros como ser clavos y tornillos.

El dragado no puede ser tampoco de gran importancia puesto que los malos pasos son muy contados; pero si, en la parte superior, no hubiera entre ellos suficiente profundidad, aún después de la concentración de las aguas, podría recurrirse á unas cuantas esclusas económicas, de madera dura, como se han hecho tantas, de pino de tea, en Suecia y Estados Unidos, laterales á diques de sumergir, los que levantarían las aguas suficientemente evitando entonces el dragado.

Como en muchos otros casos, el estudio de la navegación del río Bermejo no se ha hecho con conocimientos adecuados ni método. Los viajes primitivos realizados en el siglo XVIII y principios del XIX fueron llevados á cabo por aficionados patriotas que solo relataron los hechos de la travesía en que habían sido actores; otros han sido realizados por capitanes

de alta mar, cuya preparación científica para la resolución de obras de navegación interna es generalmente de absoluta deficiencia; en cuanto á la expedición del Comandante Page, esta era de simple reconocimiento; de manera que ningún explorador se ha preocupado de estudiar el Bermejo, bajo el punto de vista del ingeniero; en cambio, las obras ejecutadas por la Compañía de navegación, por ejemplo, eran perjudiciales para su navegación y, por consiguiente, á ella misma.

El mismo Sr. Araoz, que tanto ha navegado ese rio, y lo ha estudiado bajo diversos puntos de vista, como ser su historia y comercio, su fauna, su flora y las costumbres de las tribus que habitaban sus orillas, llevando su deseo de demostrar su navegabilidad, hasta la altura de la «Esquina Grande», con la publicación de un libro interesante por las numerosas observaciones y datos de hechos materiales que contiene—el mismo Araoz, digo, no lo ha estudiado, sin embargo, bajo el punto de vista de lo que hace el ingeniero á diario en casos semejantes, por la sencilla razón de que no era asunto de su competencia.

Así, en su obra citada, página 161, se expresa con notable desencanto, en estos términos:

«No vale la pena de dedicar unas cuantas carillas de papel á toda la sección del Bermejo que acabamos de mencionar (el alto Bermejo), *porque ella jamás responderá á ningún trabajo de navegación*. En invierno, lo hemos dicho repetidas veces, no hay canal continuado que dé una vara de agua, y en verano corre allí el río con extraordinaria fuerza, baña sur márgenes y sigue por entre alisos (palo bobo) y sauces que no sirven para alimentar las calderas. Esto sea dicho sin tener en cuenta los peligros de las crecientes que han sido objeto de algunas consideraciones en páginas anteriores.

«Más bien podría pensarse en el rio San Francisco desde 6 ó 7 leguas de su confluencia con el Bermejo, hasta el río San Pedro (Grande de Jujuy) puntos separados por 45 leguas, poco más ó menos. Pero esta seria una navegación aislada.»

Esta trascripción nos demuestra que el señor Araoz, como la mayor parte de los que expedicionaron en el Bermejo, si bien se han preocupado de dejar constancia de los inconvenientes materiales que presenta su navegación, no se han detenido á pensar un momento en que la ciencia del ingeniero tiene mil medios de salvar esos inconvenientes, sobre todo cuando ellos son tan nímios como los que se presentan magnificados para demostrar que la navegación de ese río es un problema de árdua solución.

Para no citar sino un caso típico de tales inconvenientes imaginarios, me referiré *á la falta de madera en un corto trayecto de las márgenes del río*.

¿Qué dificultad puede haber, en la región de los bosques inmensos de madera dura, para proveerse de ella, abordo ó á remolque, para hacer la navegación de unos cuantos kilometros, cuando las máquinas consumen medio kilogramo de carbón por caballo — hora?

Es claro que si hubiera habido profundidad de agua en todo tiempo en el Bermejo, y no hubiera habido dificultades para su navegación, tampoco se recordarian los nombres de los Arias, los Cornejo, los Soria, ni los Arenales, los Uriburu ó los Molina; pero desde que se trata de hacer navegable un río, débese utilizar los conocimientos y los poderosos medios que la humanidad ha conquistado, y particularmente los que ha conquistado en el siglo XIX.

He indicado dos medios sencillos y económicos, casi podría decir de *ingeniería criolla*, para obtener una mínima profundidad de agua; el de encauzar el agua con palizadas y profundizar los pasos por cortes parciales, y el de levantar el nivel de las aguas con diques de agujas de subir en estiage y de bajar durante las crecientes.

El tercer medio que se puede emplear, sería el conocido, desde hace muchos siglos: el de hacer *un canal lateral con esclusas*, uniendo el río San Francisco, directamente, con el Teuco, para lo cual bastaría utilizar uno ó dos metros cúbicos de aquel caudaloso río.

La diferencia consistiría en que, en este caso, el empleo de las esclusas costaría tres ó cuatro millones de pesos m/n, mas que el de la concentración del cauce ó el del levantamiento de la superficie del agua.

Al considerar que Soria describia en su itinerario de viaje desde el río Ledesma al San Francisco (Río Grande de Jujuy) atribuyéndole á este una anchura de 50 á 100 metros, con solo unos pocos malos pasos, pensé que debería estudiarse para hacerlo navegable hasta ese punto como continuación del Bermejo, aplicando para su mejoramiento uno de los dos médios indicados.

El dicho del Sr. Araoz al respecto confirma lo expresado por Soria y hace pensar en la gran utilidad de establecer una *navegación contínua* hasta el centro de la Provincia de Jujuy, ó sea hasta una distancia de solo unos 100 kilometros de su ciudad capital.

Las obras necesarias para obtener una mínima profundidad de 1,30 metros, creo que no pueden costar más de los quinientos mil pesos fuertes votados como premio por el Congreso de 1862 para cuando la navegación se hallase definitivamente establecida y arreglada.

¿Vale este gasto la adquisición de la antedicha profundidad de agua en las épocas de bajante?

Aun con el peor sistema de navegación, que es el que ha sido empleado en la del río Bermejo, es decir, con vapores de hélice capaces de conducir á su bordo un regimiento completo, con sus víveres é impedimenta, ó 240 toneladas de carga, lo valdría para el territorio del Chaco.

Pero no es ese el sistema de transporte apropiado para las grandes distancias que hay

que recorrer y menos dado el gran *interland* á que esa navegación debe responder.

Los alemanes han transformado, en un siglo, la navegación del Rhin, que no era en el principio de las obras más de lo que es hoy el Bermejo, poseyendo en la actualidad una vía navegable de transporte cuyo movimiento es de 30 millones de toneladas anuales.

Allí podemos, y sin recurrir á lo que se hace en Estados Unidos, en la India ó en el Congo, estudiar el sistema de navegación que conviene en cursos de agua de poca profundidad.

En primer lugar, se han desterrado completamente los vapores á hélice, que son inferiores como remolcadores á los de rueda cuando la profundidad de agua es menor de 2.50 metros.

Los vapores no conducen carga, sino el combustible más necesario para el viaje; son pura máquina y remolcan el mayor número posible de chatas de regular porte ó pocas de mayor porte.

Si los españoles tenían el proverbio de «buque grande ande ó no ande», los alemanes han llegado á su vez al convencimiento comercial de que: en largas distancias las embarcaciones de poco porte no compensan absolutamente el capital.

«En 1870, las chatas más grandes del Rhin cargaban 500 á 600 toneladas.

«Desde esa época su tonelaje ha aumentado en una progresión constante.

«Según una «Enquéte» efectuada por la «Societé La Loire Navigable:»

«Se han construído, en 1890 de 1400 toneladas.
» » » » 1892 » 1560 »
» » » » 1894 » 1740 »
» » » » 1896 » 2070 »

«En el mes de Octubre de 1897, una compañía de transportes de Ruhrort se proponía hacer construir, en Holanda, una embarcación de 100 metros de largo, 15 de ancho y 3,40 de puntal, de porte de 3700 á 4000 toneladas.

«El último remolcador á ruedas construído por cuenta de la sociedad de transportes de Mannhein «el Mannhein N°. 6,» tiene 68 metros de largo, 8,40 de ancho y *1,24* METROS DE CALADO; su fuerza es de 325 caballos efectivos; remolca en 65 horas, de Ruhrort á Mannhein, 4200 toneladas, ó sea la carga de 420 vagones, repartida en 4 chatas.

«Con un calado de 0,70 metros todavía puede remontar 450 toneladas.

«El remolcador «Stadt Strassbourg núm. 1» con 15 toneladas de carbón á bordo, no cala sino 1,05 y remolca, en dos chatas, 2000 toneladas.

«El remolcador «Stadt Strassbourg núm. 2», con una provisión de 15 toneladas de carbón á bordo solo cala de 0,85 á 0,90 metros.

«De Bromber á Danzig hay vapores de ruedas á popa que remolcan de 5 á 6 chatas, cada una de 150 á 200 toneladas de porte, pudiendo ellos mismos llevar 200 á 250 toneladas.»

Para comparar este sistema de transporte con el de vapores conduciendo, por ejemplo, 200 toneladas de carga, es suficiente establecer una comparación en globo.

Un vapor de esta condición, para conducir de Orán á Buenos Aires 1000 toneladas de carga, debería hacer 5 viajes redondos, demorando en cada puerto 6 ú 8 días. El gasto de carbón, tripulación, etc., seria el correspondiente á los 5 viajes y la demora en puerto, en total, de 50 á 60 días.

Un vapor remolcador conduciendo 1000 á 1200 toneladas de carga en chatas, haría un solo viaje redondo en los 40 ó 45 días perdidos por el otro en puerto; en cambio, consumiria un poco más de combustible que el primero en *un solo viaje* y tendría un poco mayor gasto en marineros para las chatas durante el tiempo de parada del otro en puerto.

El ahorro del interés del capital que representan los vapores, y el del costo de tripulaciones salta á la vista, no habiendo por lo tanto necesidad de detenerse á demostrarlo.

La navegación del Bermejo, pues, en mi opinión, debería hacerse con vapores remolcadores de modesta fuerza, como para arrastrar 1000 toneladas, construidos de ruedas, con máquinas de triple expansión para quemar leña y con comodidad para algunos pasageros.

Las chatas, por ahora, de la modesta capacidad de 250 á 300 toneladas de porte, de madera del Chaco, construidas en las mismas márgenes del río Bermejo, resultarian de un costo mínimo.

Más tarde, ó en tiempo de crecientes, podrían emplearse chatas tres veces mayores.

Comprendo que alguien objetará que en las vueltas del río Bermejo será difícil que navegue un tren de cuatro chatas.

Contestaré, haciéndome cargo de la objeción:

Al empezar á escribir este artículo ocurri á mi amigo el Sr. Natalio Roldan, en busca de antecedentes sobre la navegación del Bermejo, quien me proporcionó, entre otros datos interesantes, el de que la «Compañía de navegación» había construido en dicho río una chata de 45 metros de largo y 15 metros de ancho, que, cargada con 600 toneladas de madera había bajado, navegando sola el Bermejo, y luego el Paraná, hasta el puerto del Rosario, donde se había vendido la madera y la embarcación.

Como se comprende, una chata de esas dimensiones y de esa construcción, no tiene gobierno, por la sencilla razón de que sin un fuerte velamen, no podía adquirir velocidad, y sin velocidad ninguna embarcación obedece al timón

Si esa chata ha podido pasar hacen yá años los saltos de Luber é Ysó, y los malos pasos del Nacurutú, etc., no hay razón alguna para que un tren de chatas de 6 ú 8 metros de ancho no lo pase una vez que se hayan eliminado los antiguos saltos, profundizando los malos

pasos y se hayan extraído los buques á pique y raigones. (*)

Las chatas gobiernan perfectamente cuando llevan velocidad, y serpentean en los canales lo mismo que los trenes del F. C. C. y N. O. en la línea de Córdoba á Cruz del eje.

Cuando se navegaba por la antigua canal de entrada al Riachuelo, los vaporcitos remolcaban trenes de 3 ó 4 pailebots, en un canal tortuoso, y con marejada fuerte (que era cuando había suficiente agua) sin el menor inconveniente.

Por lo demás, las dimensiones y tonelage de las embarcaciones es materia á fijarse una vez conocidas todas las condiciones definitivas relativas á la navegabilidad de un río.

Veamos ahora cuál sería el costo de trasporte por chatas á remolque, desde Oran hasta Buenos Aires, para deducir las conveniencias del comercio, del cargador y del gobierno, ó sea del país, en el trasporte por agua.

Un modesto vapor remolcador puede costar.	$ 100.000 m/n
4 chatas, bien pagas, construidas en el Bermejo.	» 15.000 »
Tripulación de vapor y chatas al año	$ 14.400 m/n
Combustible (madera dura, etc.), por año	» 4.800 »
Interés del capital por el vapor al año 12 %	» 12.000 »
Amortización del mismo al año 12 %	» 12.000 »
Amortización é interés del valor de las chatas 18 %	» 3.000 »
Interés y amortización del capital, y gastos por año, total	$ 46.200 m/n

Calculando un viaje redondo cada *dos meses* y que cada viaje conduzca 700 toneladas de carga aguas abajo y 100 toneladas aguas arriba, tenemos en el año un flete de 4800 toneladas.

Desde Jujuy á Buenos Aires el flete por tonelada, como ya he dicho, es de $ 32.70 m/n. por azucar, $ 33,70 por minerales en bruto, $ 77,73 por cueros secos, etc., y el de Buenos Aires á Jujuy, según las mercaderías $ 77,73 y 79,73 m/n.

No puede pues, considerarse exagerado para Oran y los futuros puertos sobre el Bermejo, que se hallan en peores condiciones que Jujuy para el transporte de sus producciones, que calcule un flete de $ 20 m/n por tonelada.

Las 4800 toneladas transportadas á remolque, tanto aguas abajo como aguas arriba, en un año, á razón de $ 20 producirían. . . .	$ 96.000 m/n
De cuya suma, descontando intereses, amortización, sueldos de tripulación, etc.	» 46.200 »
Quedaría una utilidad todavía de .	$ 49.800 m/n

para pagar seguros, gastos de puerto, y derechos de navegación al Gobierno.

Ahora bien: ¿Cuanto podría percibir anualmente el Gobierno por el tráfico en el río Bermejo de los productos del Chaco, Jujuy, Salta y Bolivia? Sería muy aventurado entrar en cálculos de lo que vale solamente para Bolivia esta ruta, y me limitaré á considerar tan solo el impuesto de peage á algun producto del Chaco.

Suponiendo que el Gobierno es comerciante, y divide la extra-utilidad del cargador, le correspondería por peage alrededor de $ 5 m/n por tonelada transportada.

Tomando un solo artículo del Chaco que se exportaría en gran escala si se tuviera la comodidad de embarque, el Gobierno tendría una utilidad muy considerable.

En el año 1900 se han exportado 239.557 toneladas de rollizos de quebracho.

Si solo se tomara esta cantidad para los años futuros y se supone lógicamente que esos rollizos provengan del Bermejo, ella produciría el derecho de $239.557 \times 5 = \$ 1.197.785$ moneda nacional, el que pagaría con exceso un interés usurario sobre el costo de las obras.

Pero no es mi opinión la de que el Gobierno debe cobrar peage en ríos canalizados ó canales artificiales; muy al contrario, opino que estos serán los grandes caminos nacionales que han de aumentar prodijiosamente la producción, atraer la población y fomentar la riqueza pública; creo que una vez ejecutadas las obras, no debe cobrarse más derecho que el indispensable para la conservación de las mismas.

El río Bermejo es, en resúmen, susceptible de hacerse navegable en todo tiempo, con poco costo, hasta una buena altura en el río San Francisco, para embarcaciones de un metro de calado, cuya capacidad depende de la eslora y manga que se les pueda dar; de navegarse por embarcaciones de mayor calado durante unos meses del año por lo menos y, por fin, se puede regularizar á una profundidad mínima, á voluntad, siempre que se encuentren parages apropiados en las serranías para construir diques de embalse de relativo poco costo.

Hemos perdido más de 40 años sin abrír esta ruta económica para la producción de Bolivia y de las provincias del Norte, acordando subvenciones, concediendo tierras y otorgando premios que á nada sério han conducido.

Lo que corresponde es que una comisión de ingenieros, con la preparación necesaria en

(*) Algunos amateurs de exploraciones á ojos cerrados, hacen gran aparato de la dificultad y peligro que presentan á la navegacion algunos centenares de troncos ó raigones de arboles que existen en el cauce del Bermejo. Es natural que para establecer una navegacion regular debe empezarse por hacerse desaparecer estos obstaculos. Pero la operacion es relativamente facil y economica, según se desprende del siguiente parrafo de la obra del Sr. Araoz, pagina 160: «.... Aqui solamente apuntaremos el recurso que para llenar los mismos fines tenemos en la dinamita, cuya formidable explosion, *con una carga de pocos gramos*, basta para remover los mas gruesos arboles enterrados en el lecho del rio Teuco ó del rio Bermejo.»

materia de hidráulica (puertos y canales), en corto tiempo, tomando un simple sondaje en las partes profundas y de ancho cauce, y limitándose á levantar planos parciales de detalle de las obras que deben realizarse para encauzar las aguas, ensanchar y profundizar los malos pasos, nos haga conocer el costo de las obras que se puedan realizar para obtener tales ó cuales profundidades, sin solución de continuidad, para las necesidades actuales y en previsión de las del futuro.

Sobre todo, debemos ponernos en guardia contra pedidos de concesiones de privilegios y de premios quizá más perjudiciales que los otorgados en los últimos 40 años, y cuyo único beneficio es demorar el establecimiento definitivo y relativamente fácil de una vía de comunicación de un carácter eminentemente nacional.

Porque el río Bermejo sigue siendo codiciado por los hombres de empresa:

En 1897 los Sres. J. M. Burgos y Cª, propusieron al P. E. establecer una linea de navegación desde Buenos Aires hasta Orán, comprometiéndose á hacer los dragados, represas y muelles para mantener permanentemente dicha navegación, y á efectuar doce viajes anuales con vapores que llevarían *100 toneladas de carga* hasta Hernandez (frente á Rivadavia) y de menor porte hasta Orán.

A su vez pedían al Gobierno.

Una subvención de cinco mil pesos por cada viaje durante los diez primeros años,

Explotación, durante 40 años, de los impuestos de puerto, muelles, almacenaje y eslingaje á todas las embarcaciones que naveguen dicho rio.

La cesión, por el precio y condiciones de la ley, de una zona á cada lado del río y con frente á este, de cincuenta leguas de frente por cinco de fondo, en una ó más fracciones y á su elección.

La exención de todo impuesto fiscal para todas las propiedades.

Siendo lo fundamental, en materia de vías de transporte, el costo de éste, bastaría, para descalificar esta propuesta, la idea de emplear en la navegación de más de 2500 kilometros de distancia, vapores de 100 toneladas de carga con trasbordo á vapores menores en Hernandez.

A su vez, en 1899 los Sres. C. G. Raffelghem y Cª presentaron una propuesta al Poder Ejecutivo para construir y explotar un canal lateral al río Bermejo, desde el río Paraguay hasta el San Francisco, con un ramal desde un punto del anterior hasta otro situado aguas abajo del nacimiento del río Guapay, afluente del Mamoré, en Bolivia — Distancia que, desarrollada en canal, estimo en más de 2.500 kilometros.

No es nada lo que pedían los concesionarios. Júzguese:

« Para la alimentación del canal, la Compañía tendrá el derecho de emplear y desviar todos los rios, lagos, lagunas, pantanos, etc., que se hallen entre los rios Bermejo y Pilcomayo inclusives.

« La Compañía tendrá también el derecho de utilizar y conducir estas mismas aguas por medio de canales auxiliares, canaletas, conductos, etc., desde la toma hasta el canal, de acuerdo con los planos que á ese efecto apruebe el P. E.

« El derecho al servicio de paso de las mismas aguas por las propiedades que deban cruzar, sera declarado *de utilidad pública*. Las indemnizaciones que surgieren de ese hecho, serán por cuenta del Gobierno.

« El Gobierno deberá adquirir por su cuenta y transferir gratuitamente á la Compañía, los terrenos necesarios para el canal y *sus dependencias*.

« La Compañía se reserva el derecho de establecer á lo largo del canal, una línea férrea de trocha angosta, que necesita para la construcción del mismo canal, reservándose el derecho de trasportar cargas por dicho ferrocarril.

« La Compañía tendrá el derecho exclusivo de navegación y de pesca en toda la extensión del canal y ramales; tendrá también el derecho esclusivo de circulación sobre las vías férreas que establezca en las tierras concedidas, como sobre los caminos que construya á lo largo del canal y ramales. Los derechos de peage por estos diferentes servicios serán establecidos de acuerdo con el Gobierno.

« Las embarcaciones, *carretas*, y vehículos particulares á los cuales la Compañía autorizara el tránsito y la circulación por el canal, ramales y caminos contiguos, deberán conformarse al reglamento de la Compañía y obedecer estrictamente las órdenes de los agentes de esta. Esas embarcaciones, *carretas* y vehículos pagarán el derecho de tránsito por el canal y de circulación por los caminos de acuerdo con las tarifas aprobadas por el Gobierno.

« La Nación concederá á la Compañía cinco leguas cuadradas de tierras fiscales á cada lado y sobre todo el largo del canal y ramales.

« En el caso de no haber tierras fiscales disponibles á lo largo del canal, la diferencia se completará mas adelante.

« El Gobierno no podrá, durante un periodo de 60 años, hacer ó construir, ó dejar hacer ó construir, en el territorio de Formosa, por su cuenta ó la de terceros, ningun canal ó ferrocarril que corra paralelamente al trazado del canal objeto de esta concesión; no podrá tampoco durante el mismo período acordar ningún privilegio industrial en los límites de la concesión, que por su naturaleza pueda perjudicar los derechos adquiridos por la compañía.

« Se declara libre de derechos de entrada ó impuestos de cualquier naturaleza establecidos ó á establecerse, tanto nacionales y provinciales como municipales, y esto durante un período de 30 años, á contar desde la promulgación de la ley de concesión, todas las máquinas, herramientas y útiles para las colonias y establecimientos agrícolas, industriales y mineros que se establezcan en las tierras concedidas. »

En cambio, la Empresa se comprometía á:

« Construir un canal y ramales de aproximadamente 2.500 kilometros de desarrollo.

« El ancho normal del fondo del canal no será menor de treinta metros, y de sesenta metros en la parte superior.

« La profundidad del canal, en los parajes de menos fondo, será de dos metros con cincuenta centímetros. En los puertos y depósitos que se establecerán en cada cincuenta kilometros, más ó ménos, el canal deberá tener un ancho suficiente para que los vapores más largos admitidos puedan cómodamente evolucionar.

« La navegación se hará por medio de vapores, remolcadores y lanchas de un calado no superior á ocho piés ingleses, etc. »

El proyecto es, como se vé, de vastas pro-

porciones; por un lado: privilegios de todas clases y la conquista de cinco mil leguas cuadradas de tierras; por el otro. obras tan atrevidas como puede deducirse del solo hecho de pretender los solicitantes internarse en los territorios de Bolivia, con canales navegables, hasta el grado 17!!

En cuanto á la faz práctica de este proyecto, para aquilatarla basta decir que el canal lateral al río Bermejo, en sustitución de éste, dadas las dimensiones propuestas, no costaría menos de ochenta á cien millones de pesos; mientras que el Bermejo mismo podría hacerse navegable para llenar todas las buenas condiciones comerciales con un gasto de uno. dos ó tres millones de pesos.

En último caso, bastaria la construcción de un canal lateral en la parte inferior y otro en la parte superior del Bermejo, aprovechando el Teuco casi íntegro para la navegación, lo que reduciria el costo presupuestado á menos de la cuarta parte de los ochenta ó cien millones. Esto no requiere demostración, porque se cae de su propio peso.

Es difícil estimar, como se dice vulgarmente, á ojo de buen cubero, el costo de la construcción del canal ramal al río Guapay, porque su trazado corta todas las caidas de agua de las serranias que forman arroyos, lagos, esteros y *pantanos*, á los que el canal tendría que dar paso. La cosa es tanto más difícil que el trayecto es muy poco más conocido que el de los canales del planeta Marte.

Las dimensiones del canal son grandiosas, pues, siguiendo el ejemplo de Alemania, Estados Unidos y Holanda podrían navegar en él embarcaciones chatas de cuatro á cinco mil toneladas de porte; es verdad que los gastos de construcción serían fabulosos.

Insisto en que es más prudente, en lugar de perder tiempo en estudiar propuestas y producir informes sobre pedidos de concesión tan poco meditados como el de que acabamos de ocuparnos, empezar por el modesto y limitado gasto de hacer practicar un estudio de las condiciones actuales de los ríos Bermejo y San Francisco, para una navegación inmediata, también modesta y útil, con proyecciones de mejorarla para el futuro.

No dudo que lo expuesto respecto de la posibilidad manifiesta de poder hacer navegable el río Bermejo, sin grandes sacrificios, dejará también en quienes lo lean la convicción que yo mismo me he formado sobre el particular, y es: que no está lejano el día en que ese caudaloso río, convenientemente guiado y regimentado, se vea frecuentado por centenares de embarcaciones que lo recorran constantemente cargadas de los productos de aquella zona privilegiada y otros que, provenientes del oriente boliviano, bajen al río de la Plata para desparramarse por los mercados del mundo; que en sus orillas florezcan pueblos y colonias prósperas, formando cohorte á la villa de Orán, la silenciosa sentinela avanzada de la civilización argentina en el límite en que aún vaga el habitante de los bosques, que volvería á recupcrar con creces sus antiguos rango y honores de Tenencia General y se convertiria en el puerto obligado donde se efectuaran las valiosas transacciones comerciales á que daria lugar la nueva y económica ruta de transportes, haciendo converger á ella todas las mercaderias de exportación y de importación que se movilizaran, por el Norte hasta Santa Cruz de la Sierra y el corazón de Bolivia, y, por el Oeste, hasta los valles de Humahuaca, de Lerma y Calchaquis.

Y recordando lo despoblado de aquella zona del país donde apénas si hay una densidad de población de 0.70 habitantes por kil²., es el caso de exclamar con Martín de Moussy: «Quelle activité ne régnera donc pas un jour le long de cet immense chemin naturel, lorsque la population. si pressée ailleurs, si rare ici, sera venue s'y établir!».

Mayo de 1902.

Luis A. Huergo.

(Continúa).

PUENTES METÁLICOS

(Continuación.—Véase el Nº 149)

PRIMERA PARTE

ELEMENTOS COMUNES Á TODOS LOS PUENTES

CAPÍTULO VIII

Las barras en los puentes de celosía — Su cálculo y construcción

SUMARIO: Preliminar — Ley de Wöhler — Fórmulas deducidas de la ley de Wöhler — Coeficientes de resistencia y seguridad — Ejemplo. Construcción de las barras.

4. Coeficientes de resistencia y seguridad (*).— Una construcción debe ser capaz de resistir á todos los esfuerzos á que está expuesta según su naturaleza y destino; es necesario al mismo tiempo, que sea lo más económica posible y se debe para ésto aligerarla de peso propio. La realización de estas dos condiciones depende en gran parte del coeficiente de resistencia que se adopte para el cálculo de las piezas.

Bajo el punto de vista de la resistencia, es necesario que las barras ni se rompan, ni aún se deformen de una manera permanente. Ya dijimos que si se pudiese determinar con precisión los valores máximos á que deben resistir las piezas, suponiendo el metal homogéneo, sin defectos y de resistencia perfectamente conocida, bastaría tomar el coeficiente de trabajo igual ó un poco menor al límite de elasticidad.

(*) Ver Dechamps, 1898.

Una construcción está sometida á la acción de dos grupos de fuerzas:

1° Las *fuerzas permanentes;* 2° *las accidentales.* — Ya hemos estudiado unos y otros en el capítulo II.

Las fuerzas moleculares, desarrolladas en las diferentes partes de un puente debido á las fuerzas permanentes, se modifican por la aplicación de las accidentales y varian con la importancia y el modo de repartirse de ellas, de manera que, en cada una de las barras, la tensión varia entre un mínimo y un máximo, bien del mismo signo ó de signos contrarios.

Resulta de las experiencias de Wöhler y Bauschinger que, en el caso en que los esfuerzos varien en una barra sin cambiar de signo, la resistencia de trabajo no es nunca inferior al limite de elasticidad ordinario, y que no sobrepasa notablemente la mitad de este último valor en el caso de esfuerzos de signo contrario (resistencia á la oscilación).

El límite de elasticidad y la resistencia á la oscilación (σ_p y σ_n en la fórmula de Bauschinger) son respectivamente los límites superiores de las tensiones moleculares en esos dos casos.

Pero los coeficientes de resistencia que se adopten para calcular un puente deben ser muy inferiores á estos límites por las razones siguientes:

1° Las fuerzas exteriores permanentes ó accidentales pueden ser en realidad superiores á las supuestas por el ingeniero, pués algunas de ellas, como el viento por ejemplo, se basan en datos muy complejos é inciertos.

2° Además de las fuerzas puestas en el cálculo, pueden actuar otras en los puentes. Las variaciones de temperatura, que producen alternativamente la dilatación y contracción de las barras, originan en los apoyos reacciones que modifican las condiciones de solicitación de cierta parte de la construcción, y sin embargo en la mayoría de los casos no son tenidas en cuenta.

3° La determinación de las fuerzas interiores que corresponden á las exteriores se basa sobre hipótesis más ó menos exactas. La rigidéz de las uniones, el peso propio de las barras, y en ciertos casos la acción del viento, producen esfuerzos secundarios que generalmente no se tienen en cuenta en los cálculos, ejerciendo, sin embargo, una notable influencia sobre las condiciones de trabajo del metal.

4° Los puentes están sometidos á esfuerzos dinámicos resultantes de la aplicación brusca de las fuerzas accidentales; experimentan choques y vibraciones, de las cuales es difícil calcular los efectos y que elevan momentáneamente la tensión del metal sobre los valores obtenidos, suponiendo la sola acción de cargas estáticas.

5° Los metales no tienen una homogeneidad perfecta; pueden presentar defectos que disminuyan en ciertos puntos su resistencia; la ejecución de las uniones entre piezas, á más de la pérdida de sección, puede alterar el metal.

6° La oxidación, al cabo de un cierto tiempo, y si el puente no está muy bien conservado, disminuye la sección de la pieza.

De estas consideraciones se desprende que es necesario dejar á lo imprevisto un ancho campo, adoptando coeficientes de resistencia tanto más alejados de los límites superiores admisibles, cuanto las causas imprevistas pueden ser más importantes y numerosas. Los coeficientes adoptados no corresponden con más ó menos aproximación á la fatiga real del metal sino cuando se puede tener en cuenta, en la determinación de las fuerzas interiores, todas las acciones estáticas y dinámicas, principales y secundarias, á las cuales está sometido el puente, suponiendo que éste ha sido construído de un modo tal que realiza todas las hipótesis que han servido de base á la determinación de las fuerzas interiores.

Raramente, en la práctica industrial, los cálculos se establecen de una manera tan completa y precisa. El tiempo limitado de que dispone el ingeniero para redactar un proyecto lo obliga casi siempre á simplificar el problema, teniendo en cuenta los elementos que desprecia, por la elección juiciosa de los coeficientes de resistencia. Estos no son por consiguiente sino valores convencionales, que no representan de ninguna manera las tensiones reales á las que van á hallarse sometidas las barras de los puentes.

Se obtienen los coeficientes de resistencia, dividiendo por un coeficiente de seguridad sea la *carga de ruptura*, sea el *límite de elasticidad*, sea la *resistencia de trabajo*.

Si las barras de un puente sufren esfuerzos del mismo signo, ya dijimos que es conveniente dividir el límite de elasticidad por un coeficiente de seguridad para tener él de trabajo, como aconseja Bauschinger. Hoy en día, los resultados de las experiencias de Wöhler se han adoptado en casi todos los países del mundo, determinando los coeficientes de trabajo para esfuerzos de distinto signo por cualquiera de las fórmulas de que antes hemos hecho mención.

El reglamento francés del 29 de agosto de 1891, sobre puentes metálicos dice: que para los límites del trabajo del metal, los ingenieros harán uso de las fórmulas siguientes, cuyos resultados están suficientemente de acuerdo con los datos de la práctica.

1° Cuando los esfuerzos que corresponden á una misma pieza son del mismo signo:

Para el hierro $6 + 3\frac{A}{B}$ en kg mm^{-2}

Para el acero $8 + 4\frac{A}{B}$ » » »

A representa el más pequeño y B el mayor de los esfuerzos á que está sometida la pieza.

2° Cuando los esfuerzos sean de signo contrario: (extensión y compresión alternadas):

Para el hierro $6 - 3\frac{C}{B}$ en kg mm^{-2}

Para el acero $8 - 4\frac{C}{B}$ » » »

B representa el mayor esfuerzo en valor absoluto y C el mayor de signo contrario.

Esta fórmula la consigna el reglamento francés solamente á título informativo.

Los ingenieros americanos emplean para la determinación de los coeficientes de resistencia, una regla muy sencilla. Agrupan las piezas que entran en una obra en:

1° Piezas que trabajan alternativamente á la tracción y compresión.

2° Piezas sometidas á esfuerzos de sentido constante pero obrando por intermitencia.

3° Piezas sometidas á la acción de una carga permanente.

Los coeficientes de resistencia aplicables á estos tres casos deben ser, segun los ingenieros americanos, proporcionales á los números 1, 2 y 3.

En cuanto al coeficiente de seguridad, si se considera la carga de ruptura, se podrá tomar para hierro y acero 5. Si se adopta el límite de elasticidad, de 2 á 3. Si la resistencia de trabajo, de 3 á 4.

Es claro que estos coeficientes numéricos dependen de la importancia de las fuerzas exteriores que no se han tenido en cuenta.

5. Ejemplos.

Con la fórmula de Launhardt.

Sea una barra de un cordón superior de un puente de hierro.

Resiste á los siguientes esfuerzos:

Carga permanente..............	= — 40 000 kg.
» accidental..............	= — 54 000 »
Viento á puente descargado....	= + 21 200 »
» » » cargado.......	= — 8 300 »

Mínimo numérico = — 40 000 kg. + 21.200 kg.
= — 18 800 kg.

Máximo numérico = — 40 000 kg. + (— 54 000 kg.) + (— 8 300) kg. = — 102 300 kg.

Vemos por tanto que el mínimo como el máximo son compresiones.

$$\rho = 700\left(1+\frac{1}{2}\frac{P_{min}}{P_{máx}}\right) = 700\left(1+\frac{1}{2}\frac{18800}{102.300}\right) =$$

$$= 764 \text{ kg cm}^{-2};$$

llamando S la sección de la barra necesaria para resistir á la compresión,

$$S = \frac{102\ 300}{764} = 134 \text{ cm}^2.$$

Además, esta barra debe resistir al flexionamiento; luego exige un momento de inercia dado por

$$\frac{S\, l^2}{I} = 5640$$

$$I = \frac{134.\overline{510}^2}{5640} = 6160 \text{ cm}^4$$

siendo $l = 510$ cm.

Adoptemos el perfil (fig. 112) (1). Está formado de tres chapas de 0,8.40 cm. Las escuadras son de $\frac{80 \times 80}{10}$.

El alma tiene 30×1 cm.

(1) Lámina VI núms. 146 y 147, de la Revista Técnica.

La posición del centro de gravedad se determina por la fórmula

$$X = \frac{\Sigma\, Mx}{\Sigma\, Sx}$$

ó sea:

$$\Sigma\, Mx = 40.2,4.1,2 + 17.1.2,9 + 7.3.6,9 + 22.1.21,4$$
$$= 780 \text{ cm}^3$$

en que hemos tomado los diferentes momentos estáticos de las secciones con respecto al borde de la primera chapa.

También

$$\Sigma\, Sx = 40.2,4 + 17.1 + 7.3 + 22.1 = 156 \text{ cm}^2$$

$$X = \frac{780}{156} = 5 \text{ cm}.$$

Busquemos ahora si se satisface el momento de inercia

$$Ix = \frac{40.\overline{2,4}^3}{12} + 40.2,4.\overline{3,8}^2 + \frac{17.\overline{1}^3}{12} + 17.1.\overline{2,10}^2$$

$$+ \frac{3.\overline{7}^3}{12} + 3.7.\overline{1,9}^2 + \frac{1.\overline{22}^3}{12} + 1.22.\overline{16,4}^2 = 7578 \text{ cm}^4;$$

la sección resiste con exceso.

Con la fórmula de Weyrauch.

Veamos ahora otro ejemplo de cálculo de una barra de un cordón inferior.

Está sometida á los siguientes esfuerzos:

Carga permanente.........	= + 40 800 kg.
» accidental..........	= + 55 000 »
Viento á puente descargado	= — 60 500 »
» » » cargado...	= + 26 000 »
Mínimo numérico	— 19 700 kg
Máximo numérico	+ 121 800 »

Aplicando la fórmula de Weyrauch

$$\rho = 700\left(1-\frac{1}{2}\frac{P_{min}}{P_{máx}}\right)$$

$$\rho = 700\left(1-\frac{1}{2}\frac{19\ 700}{121\ 800}\right) = 644 \text{ kg cm}^{-2}$$

$$S = \frac{+\ 121\ 800}{644} = 189 \text{ cm}^2$$

$$S' = \frac{19\ 700}{644} = 30{,}6 \text{ cm}^2.$$

Adoptemos el tipo de la figura 113.

La sección de esta barra es:

$$40.3 + 21.1 + 3.9 + 25.1 = 193 \text{ cm}^2$$

El momento de inercia a que debe satisfacer se deduce de

$$\frac{S\, l^2}{I} = 5640$$

$$I = \frac{30{,}6 + \overline{510}^2}{5640} = 1410 \text{ cm}^4;$$

satisface por completo.

Con la fórmula de Winkler

$$\Omega = \frac{P_0}{\rho_0} + \frac{P_1}{\rho_1} + \frac{P_2}{\rho_2}$$

Para compresión predominante

$$\rho_0 = 1200 \qquad \rho_1 = 630 \qquad \rho_2 = 1200$$

Para tracción predominante

$$\rho_0 = 1400 \qquad \rho_1 = 590 \qquad \rho_2 = 1300$$

todas en kg cm^{-2}.

Si una barra del cordón superior de un puente está sometida á los esfuerzos :

$$P_0 = -52.000 \text{ kg}$$
$$P_1 = -87.400 \text{ »}$$
$$P_2 = +\ 700 \text{ »}$$

tendremos :

$$\Omega_0 = \frac{P_0}{\rho_0} = \frac{-52.000}{1200} = 43{,}33 \text{ cm}^2$$

$$\Omega_1 = \frac{P_1}{\rho_1} = \frac{-87.400}{630} = 138{,}73 \text{ cm}^2$$

$$\Omega_2 = \frac{P_2}{\rho_2} = \frac{700}{1200} = 0{,}58 \text{ cm}^2$$

$$\Omega = 182{,}64 \text{ cm}^2;$$

se adoptará un perfil en consonancia. Para saber si son satisfactorias las secciones de las barras comprimidas, se deberán verificar al flexionamiento.

Con la fórmula de Seefehlner.

Supongamos que en un puente una barra esté sometida á un esfuerzo máximo de tracción de 5.000 kilogramos durante el paso del tren, y que el esfuerzo sea nulo cuando la construcción no soporta sino su propio peso, entonces

$$\rho = \frac{2}{3}\left(1 + \frac{0}{2 \times 5000}\right)\frac{3300}{3} = 733 \text{ kg cm}^{-2}$$

Si el esfuerzo varia de 4000 á 12000 kg.

$$\rho = \frac{2}{3}\left(1 + \frac{4000}{2 \times 12.000}\right)\frac{3300}{3} = 833 \text{ kg cm}^{-2}$$

Si variase de $+12.000$ á -12.000

$$\rho = \frac{2}{3}\left(1 - \frac{12.000}{2 \times 12.000}\right)\frac{3300}{3} = 366 \text{ kg cm}^{-2}$$

Con la fórmula de Bauschinger.

$$\rho = \frac{\sigma p}{n}\left(1 - \frac{1}{3}\,\frac{P\,min}{P\,máx}\right).$$

$$P\,min = -19.700 \text{ kg}$$
$$P\,máx = +121.800 \text{ kg}.$$

$$\rho = \frac{1600}{2.5}\left(1 - \frac{1}{3}\,\frac{19.700}{121.800}\right) = 608 \text{ kg cm}^{-2}$$

6. Construcción de las barras. — Las formas que se adoptan para la construcción de barras dependen de la naturaleza de los esfuerzos á que trabajan y también de la clase de metal empleado.

a) Barras que trabajan á la tracción.

Se construyen siempre de hierro ó de acero. — Se sabe que la resistencia de un prisma sometido á un esfuerzo de tracción es independiente de la forma de la sección, y únicamente proporcional á su área. Es por tanto cosa muy racional escoger perfiles sencillos, económicos, y que se presten bien para ejecutar las ensambladuras.

Se prefiere, cuando se usa hierro ó acero laminado, emplear secciones cuadradas, rectangulares ó circulares, siendo las barras simples ó dobles según la magnitud de los esfuerzos. En las vigas de celosía, las barras que forman el cordon extendido se componen á veces de hierros perfilados, empleándose bien cantoneras ó hierros en U, y muy amenudo (puentes Warren y semi-parabólicos) hierros compuestos de alma, cantoneras y chapas.

b) Barras que trabajan á la compresión.

La fundición, el hierro y el acero se emplean en la construcción de estas barras. Se sabe que la resistencia de las piezas comprimidas no depende solamente del área de su sección trasversal cuando las piezas son muy largas, sino que es proporcional al momento de inercia más pequeño de la sección. La forma de la pieza no es indiferente bajo el punto de vista de la resistencia y conviene elegir los perfiles que á sección igual tienen mayor momento de inercia. Si no hay una razón especial para que la pieza flexione en una dirección más bien que en otra, se elegirán secciones que tengan el mismo momento de inercia con relación á todos los ejes que se puedan trazar por su centro de gravedad, es decir, secciones cuya elipse de inercia se reduzca á un círculo.

Cuando se emplea la fundición, la sección anular ó circular hueca es la más ventajosa ; el momento de inercia de esta sección es tanto más grande, á superficie igual, mientras mayor es el diámetro. Designando por I el momento de inercia, por S' el área de la sección, por D_0 el diámetro exterior (fig. 114) y por D_1 el interior y poniendo $D_1 = n\,D_0$ tendremos

$$I = \frac{\pi}{64}\left(D_0^4 - D_1^4\right) = \frac{\pi}{64}\left(1 - n^4\right)D_0^4$$

$$S = \frac{\pi}{4}\left(D_0^2 - D_1^2\right) = \frac{\pi}{4}\left(1 - n^2\right)D_0^2;$$

de aquí sacamos

$$n^2 = 1 - \frac{4\,S}{\pi\,D_0^2}$$

y sustituyendo en la primera

$$I = \frac{S}{8}\left(D_0^2 - \frac{2\,S}{\pi}\right)$$

Esta relación hace ver que si S es constante, el momento de inercia aumenta con el valor del diá-